

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-142099

(43)Date of publication of application : 25.05.2001

(51)Int.Cl. G02F 1/167
G02F 1/137

(21)Application number : 11-322821

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 12.11.1999

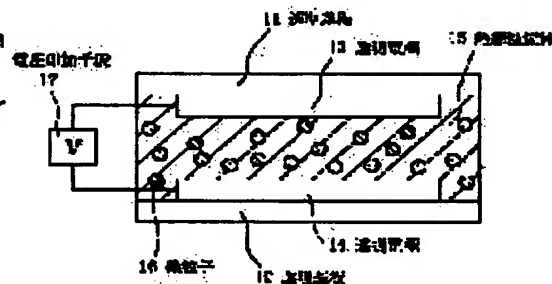
(72)Inventor : TAKEDA TOSHIHIKO

(54) COLOR DEVELOPING DEVICE AND METHOD OF DEVELOPING COLOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a color developing device which can transit between a color developing state and a non-color developing state and which can maintain the color developing state even when the device is subjected to mechanical vibration.

SOLUTION: The color developing device is equipped with a pair of transparent substrates 11, 12 having transparent electrodes 13, 14 disposed facing each other with a specified gap with a mixture filling the space between the substrates and consisting of a plurality of fine particles 16 having a smaller size than the specified gap and of an insulating fluid 15 having transparency for visible rays, and with a voltage applying means 17 to apply a voltage between the electrodes. When a voltage is applied on the pair of electrodes by the voltage applying means 17, such a structure that a plurality of the aforementioned fine particles are dispersed in the planes parallel to the aforementioned electrodes is formed, and colors are developed by introducing light into the mixture having the aforementioned structure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-142099

(P2001-142099A)

(43)公開日 平成13年 5月25日 (2001. 5. 25)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 F 1/167
1/137

識別記号

F I

G 0 2 F 1/167
1/137

テマコード*(参考)

2 H 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平11-322821

(22)出願日

平成11年11月12日 (1999. 11. 12)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 武田 俊彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74)代理人 100069017

弁理士 渡辺 徳廣

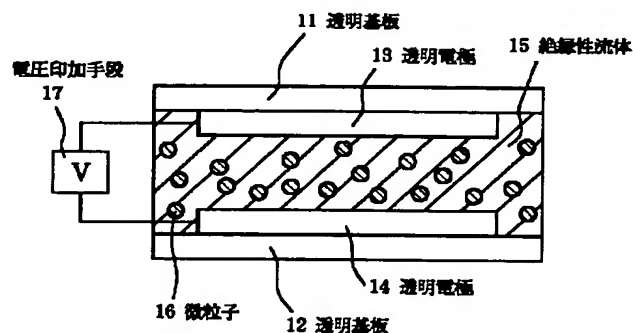
Fターム(参考) 2H088 EA02 EA22 EA33 GA02 GA03
GA10 HA04 MA20

(54)【発明の名称】 発色素子およびその発色方法

(57)【要約】

【課題】 発色状態と非発色状態間の状態間遷移が可能であり、且つ機械的振動にさらされても発色状態を維持可能な発色素子を提供する。

【解決手段】 所定間隙をあけて対向配置している透明電極13、14を有する一対の透明基板11、12と、前記基板間に充填された大きさが前記所定間隔よりも小さい複数の微粒子16と可視光に対して透過性を有する絶縁性流体15からなる混合物と、前記電極間に電圧を印加する電圧印加手段17を具備する発色素子において、前記電圧印加手段17が一対の電極間に電圧を印加することにより前記複数の微粒子が前記電極面に対して平行な平面内に分布している構造を形成し、該構造を有する前記混合物に光を入射する事により発色させる発色素子。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定間隙をあけて対向配置している透明電極層を有する一対の透明基板と、前記基板間に充填された大きさが前記所定間隔よりも小さい複数の微粒子と可視光に対して透過性を有する絶縁性流体からなる混合物と、前記電極間に電圧を印加する電圧印加手段を具備する発色素子において、前記電圧印加手段が一対の電極間に電圧を印加することにより前記複数の微粒子が前記電極面に対して平行な平面内に分布している構造を形成し、該構造を有する前記混合物に光を入射する事により発色させる事の特徴とする発色素子。

【請求項2】 前記構造を有する混合物が、該混合物に入射した光を選択透過する事で可視光領域の色を発色する事の特徴とする請求項1記載の発色素子。

【請求項3】 前記構造を有する混合物が、該混合物に入射した光を選択反射する事で可視光領域の色を発色する事の特徴とする請求項1記載の発色素子。

【請求項4】 前記絶縁性流体が液晶である事の特徴とする請求項1記載の発色素子。

【請求項5】 前記微粒子が前記絶縁性流体に溶解しない事の特徴とする請求項1記載の発色素子。

【請求項6】 前記微粒子が有機物で構成されている事の特徴とする請求項1記載の発色素子。

【請求項7】 前記微粒子の形状が球形である事の特徴とする請求項1記載の発色素子。

【請求項8】 前記微粒子の大きさが $10\mu\text{m}$ 以下である事の特徴とする請求項1記載の発色素子。

【請求項9】 前記一対の電極のうち少なくとも一方の表面には絶縁膜が設けられている事の特徴とする請求項1記載の発色素子。

【請求項10】 前記絶縁膜が液晶配向処理が施されている事の特徴とする請求項4又は9記載の発色素子。

【請求項11】 前記液晶配向処理が水平配向処理である事の特徴とする請求項10記載の発色素子。

【請求項12】 所定間隙をあけて対向配置している透明電極層を有する一対の透明基板と、前記基板間に充填された大きさが前記所定間隔よりも小さい複数の微粒子と可視光に対して透過性を有する絶縁性流体からなる混合物と、前記電極間に電圧を印加する電圧印加手段を具備する発色素子の発色方法において、前記一対の電極間に前記電圧印加手段を介して所定の電圧を印加することにより前記複数の微粒子が前記電極面に対して平行な平面内に分布している構造を形成し、該構造を有する前記混合物に光を入射する事により発色させる事の特徴とする発色素子の発色方法。

【請求項13】 前記構造を有する混合物が、該混合物に入射した光を選択透過する事で可視光領域の色を発色させる事の特徴とする請求項12記載の発色素子の発色方法。

【請求項14】 前記構造を有する混合物が、該混合物

に入射した光を選択反射する事で可視光領域の色を発色させる事の特徴とする請求項12記載の発色素子の発色方法。

【請求項15】 前記所定の電圧が、プラス側の波高値とマイナス側の波高値が等しくない事の特徴とする請求項12記載の発色素子の発色方法。

【請求項16】 前記絶縁性流体が液晶である事の特徴とする請求項12記載の発色素子の発色方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自然光や人工光を入射すると可視光領域の色を発色する発色素子およびその発色方法に関し、特に発色状態と非発色状態との間を電気信号により可逆的に遷移可能な、液晶と微粒子からなる混合物を用いた発色素子およびその発色方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、染料や顔料などの色素を使わず、自然光や人工白色光の反射や干渉を利用する事で、より深く鮮やかな発色をする発色構造体の研究開発が盛んに行われている。その中で、微粒子を構成要素に含む構造体を用いて発色させる方法がいくつか報告されている。報告されている先行技術例を次に示す。

【0003】まず、特開平8-211322号公報には、高分子樹脂中に多数の無機物質からなる微小な粒状物質を分散した状態で固定化させた発色構造体が開示されている。この発色構造体は、高分子樹脂と粒状物質との混合物を加熱溶解させた後、冷却する事により形成される。得られた発色構造体に光を入射すると、鮮やかな色調を発色する。

【0004】また、特開平8-234007号公報には、ミクロンオーダーの微粒子を最密充填六方格子状に配置している微粒子の単層膜からなる発色膜が開示されている。この膜は、微粒子を懸濁した液中に浸漬した基板を引き上げる事により形成される。この構造体に光を入射すると、オパール様の回折光を発する。

【0005】さらに、特開平5-85716号公報には、シリカ粒子を分散媒（水または水と有機溶媒との混合溶液）に分散させた発色溶液が開示されている。この溶液は、シリカ粒子を分散させた溶液の脱イオン処理を施す事により形成する。脱イオン処理を施すと、シリカ粒子は微結晶状の集合体に似た構造を呈するようになる。このような構造を有するシリカ粒子分散媒に光が入射するとオパール様の色が観察される。

【0006】また、オパール様の色を示しているシリカ粒子分散媒に機械的振動を与えると、オパール様の色は消失する。振動を与えずに分散媒を静置すると、短時間で発色現象が再び発現する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来

技術には次の様な問題点があった。まず、上記特開平8-211322号公報及び特開平8-234007号公報に開示されている発色構造体や発色膜は、鮮やかな色を発色させる事ができる。しかしながら、これらの構造体や膜では微粒子が固体中または基板上に固定化されており、入射光を遮断する以外に発色を解除する事ができない。このため、入射光の存在下で発色状態と非発色状態間を自在に遷移させる事が難しいという問題点があった。

【0008】また、上記特開平5-85716号公報に開示されている発色溶液の製造には長時間かかるという問題点があった。この原因は溶媒の脱イオン処理に極めて長い時間が必要であるためである。

【0009】また、該発色溶液は発色状態と非発色状態の間を遷移させる事が可能である。しかしながら、発色状態を維持したい場合には、発色溶液を充填させた容器への振動伝達を防ぐ必要がある。即ち、発色状態は振動に弱いという問題点があった。

【0010】本発明の目的は上記従来技術の問題点を解決できる発色素子を提供する事である。即ち、発色状態と非発色状態間の状態間遷移が可能であり、且つ、機械的振動にさらされても発色状態を維持可能な発色素子およびその発色方法を提供する事である。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に関する発色素子は、所定間隙をあけて対向配置している透明電極層を有する一対の透明基板と、前記基板間に充填された大きさが前記所定間隔よりも小さい複数の微粒子と可視光に対して透過性を有する絶縁性流体からなる混合物と、前記電極間に電圧を印加する電圧印加手段を具備する発色素子において、前記電圧印加手段が一対の電極間に電圧を印加することにより前記複数の微粒子が前記電極面に対して平行な平面内に分布している構造を形成し、該構造を有する前記混合物に光を入射する事により発色させる事を特徴とする。

【0012】また、本発明に関する発色素子の発色方法は、所定間隙をあけて対向配置している透明電極層を有する一対の透明基板と、前記基板間に充填された大きさが前記所定間隔よりも小さい複数の微粒子と可視光に対して透過性を有する絶縁性流体からなる混合物と、前記電極間に電圧を印加する電圧印加手段を具備する発色素子の発色方法において、前記一対の電極間に前記電圧印加手段を介して所定の電圧を印加することにより前記複数の微粒子が前記電極面に対して平行な平面内に分布している構造を形成し、該構造を有する前記混合物に光を入射する事により発色させる事を特徴とする。

【0013】そして、前記構造を有する前記混合物が、該混合物に入射した光を選択透過する事で可視光領域の色を発色する事を特徴とする。また、前記構造を有する前記混合物が、該混合物に入射した光を選択反射する事

で可視光領域の色を発色する事を特徴とする。

【0014】前記絶縁性流体の種類に関して特に制限はない。例えば液晶をあげる事ができる。液晶としてはネマチック液晶やコレステリック液晶を示す低分子液晶である事が好ましい。

【0015】一方、前記微粒子は前記絶縁性流体に溶解しない事と、前記微粒子の大きさが絶縁性流体の吸収や化学変化等により、前記電極間ギャップより大きくならない事を前提とする。この条件を満たせば微小固体の材質は特に限定されない。例えば、高分子を主成分とするポリマービーズや酸化金属微粒子等をあげる事ができる。また、その形状も特に限定されない。球状、扁平状、針状であっても構わない。ただし、個々の微粒子の形状と大きさは揃っている事が望ましい。微粒子が有機物で構成され、微粒子の形状が球形で、微粒子の大きさが $10\mu\text{m}$ 以下である事が好ましい。なお、本発明に関する微粒子と絶縁性流体との混合比は、前記混合物に所望の発色状態を形成する事ができれば特に制限はない。

【0016】また本発明では、前記一対の電極のうち少なくとも一方の表面には絶縁膜が積層されている事が好ましい。前記絶縁性流体として液晶を使用した場合、前記絶縁膜にはラビング処理等の液晶配向処理が施されていても構わない。

【0017】また、一対の電極間に前記電圧印加手段を介して印加する前記所定の電圧が、プラス側の波高値とマイナス側の波高値が等しくない事を特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、本発明の発色素子の発色方法の1例について図1および図2を用いて説明する。

【0019】図1は本発明に関する発色素子の非発色状態を示す模式図であり、電圧無印加状態で素子を放置した際における絶縁性流体中における微粒子の分布状態を模式的に示している。11と12は透明基板であり、13と14は基板11及び12にそれぞれ設けられた透明電極である。15は絶縁性流体である。16は複数の微粒子の一つである。17は電極13と電極14の間に電圧を印加する電圧印加手段である。なお、前記基板間及び前記電極間に挟持されているスペーサーと電極面に積層している絶縁膜は省略している。

【0020】図1に示した様な微粒子の分散状態にある場合、絶縁性流体15を透過した自然光を観察しても可視光領域の色は観察されない。一方、電極間に電圧を印加した状態で絶縁性流体を透過した自然光を観察すると、可視光領域の色（玉虫色またはオパール色の色調が選られる）を観察する事ができる。

【0021】この理由を説明する。電圧印加手段17により電極13と電極14の間に所定の電圧を印加すると、電極間に分散していた微粒子は電界から力を受け、一方の電極に引き寄せられる。その結果、複数の微粒子が前記電極面に対して平行な平面内に分布している構造が

形成される。この状態を図2に模式的に示す。図2は本発明に関する発色素子の発色状態を示す模式図である。図2では、微粒子が電極13に引き寄せられて、しかも電極13の電極面に対して平行な平面内に分布している構造が形成された状態を示している。

【0022】微粒子が上述した様な構造を有していると、該構造体は入射した自然光（白色光）に対してフィルターとして機能し、ある波長領域の可視光を選択的に透過（選択透過）する。この結果、選択透過した光の波長に応じた色が観察される、即ち、素子は発色している様に見える。

【0023】なお電極間への電圧印加を解除すると、前記微粒子の構造が崩れるため、素子の発色は観察されなくなる。即ち電極間への電圧印加と解除により、発色状態と非発色状態とを可逆的に遷移させる事ができる。

【0024】上記説明では、微粒子が一層分並んだ構造体が電極近傍に形成される場合について述べた。しかし、本発明は該構造に限定されるものではない。例えば、電極間隔方向に微粒子が積層した構造であっても構わない。

【0025】また、本発明では所望の発色を得る事ができれば、素子電極間に印加する電圧波形には特に制限はない。ただし、プラス側の波高値とマイナス側の波高値が等しい正負対称的な電圧波形は好ましくない。この理由は、その様な波形を有する電圧が印加されると、微粒子は電極面の法線方向に振動して、前記光の選択透過機能や選択反射機能を発現できる構造体を形成できない場合があるからである。ただし、正負対称的な電圧波形は発色状態にある微粒子構造体を速やかに崩す場合には利用可能である。

【0026】

【実施例】以下、実施例を用いて発明の詳細について述べる。

【0027】実施例1

本実施例に関する発色素子の構造を模式的に図3に示す。図3において、21と22はガラス基板である。23と24はITO電極（大きさ＝1cm×1cm）である。25と26は絶縁膜でポリイミド薄膜である。ポリイミド薄膜25には+x軸方向にラビング処理が施されている。ポリイミド薄膜26には-x軸方向にラビング処理が施されている。27は絶縁性流体と微粒子からなる混合物である。本実施例では微粒子として直径3μmの黒色ポリマービーズ（商品名マイクロパールBB、積水ファインケミカル（株）製）を用いた。また絶縁性流体としてネマチック液晶（商品名BL9、メルク社製）を用いた。電極間ギャップは5μmである。なお、図3ではギャップ間距離を維持するスペーサーの表示を省略した。

【0028】なお、上記混合物はポリマービーズ1mgと液晶5mgとを混合後、超音波処理（処理時間＝30

秒）を行ってポリマービーズを液晶中に均一分散させる事により調整した。得られた素子の応答を観察した。電圧無印加状態で前記混合物27を透過させた白色光を観察したが、特定の色が観察される事はなかった。

【0029】次に、電極23と電極24の間に図4に示す矩形波を印加した。電極23は接地されている。該矩形波を印加した状態で前記混合物27を透過させた白色光を観察したところ、電極領域全面で鮮やかな青色が観察された。即ち、素子が青色を発色しているように観察された。

【0030】この様子を図5に示す。図5は発色状態を示す模式図であり、発色素子を一方の基板の上面から観察した様子を示す。四角形PQRSはガラス基板31であり、四角形ABCDは電極領域32であり、該電極領域全面が鮮やかな青色を発色していた。図5では青色を発している領域を斜線で示した。なお、この様な青色は前記矩形波印加を開始してから10msec後に発現し始めた。

【0031】前記矩形波を印加した状態で素子に機械的振動を加えたが、前記青色が消失する事はなかった。但し、前記矩形波印加を解除すると、前記青色が消失した。その後、前記矩形波の印加と解除を交互に繰り返すと、電極領域全面で青色を発色している状態と発色していない状態を交合に形成する事ができた。

【0032】図4に示す矩形波の印加前後におけるポリマービーズの挙動を光学顕微鏡で観察した。矩形波印加前にはポリマービーズが電極間隔方向及び電極面内方向に分散している様子が観察された。矩形波が印加されると、電極間に分散していたポリマービーズは電極面に平行な平面内にほぼ規則的に配置している構造を形成する様子が観察された。該構造が形成されると、電極領域が前記青色を発色する事が確認された。

【0033】実施例2

本実施例における発色素子は実施例1で使用了素子と同じである。本実施例では電極間に、図6に示す矩形波を印加した。電極23は接地されている。

【0034】該矩形波を印加した状態で前記混合物27を透過させた白色光を観察したところ、初めは電極領域全面で鮮やかな青色を発色している様子が観察されたが、次第に青色を発色している領域が狭くなる様子が観察された。この様子を図7(a)～図7(c)を用いて説明する。

【0035】図7(a)は、前記矩形波を印加した直後に基板上面から素子を観察した様子を示す。四角形ABCDは電極領域32を示しており、全電極領域が鮮やかな青色を発色していた（図では青色を発色している領域を斜線で示した）。前記矩形波印加を続けると、青色を発色している領域が次第に減少していく様子が観察された。図7(b)にその様子を示した。図7(b)で青色を発色している領域は四角形ABEFであり、四角形F

ECDで示した領域は青色を発色していない(特定の色が観察されるわけではない)。矩形波印加を続けると青色を発色する領域が更に狭くなる様子が観察された。図7(c)にその様子を示した。図7(c)で青色を発色している領域は四角形ABGHであり、四角形HGCDは青色を発色していない。但し、四角形ABGHの電極エッジに近い一部の領域ABJIでは、赤色や緑色を発色した領域が混在していた。図7(c)の状態が形成された時点で矩形波印加を解除した。その結果、発色は観察されなくなった。

【0036】図7(c)に示した状態における素子電極間の様子を光学顕微鏡で観察した。その結果、前記四角形HGCDで示した領域(青色を発色していない領域)にはポリマービーズがほとんど観察されなかった。前記四角形ABGHで示した領域(青色を発色している領域)では、ポリマービーズが電極面に平行な平面内にほぼ規則的に配置した状態で、図7(c)中に示した-x軸方向に移動していく様子が観察された。ポリマービーズの移動速度は約 $90\mu\text{m}/\text{sec}$ であった。この大きさは、青色発色領域が狭くなる事に伴う、青色発色領域と非発色領域の境界線が移動する速さにほぼ等しかった。観察を続けると顕微鏡の視野内に確認できた全てのポリマービーズが視野外に移動する様子が観察された。一方、前記領域ABJIでは、前記四角形ABGHに対応する領域(赤色や緑色の発色が混在している領域)から持続的に輸送されてくるポリマービーズ同士が密に積層している構造を形成する様子が観察された。

【0037】更に、本実施例では前記矩形波を印加した状態で素子に機械的振動を加えたが、前記青色が消失する事はなかった。但し、前記矩形波印加を解除すると、前記青色が消失した。その後、前記矩形波の印加と解除を交互に繰り返すと、電極領域全面で青色を発色している状態と発色していない状態を交合に形成する事ができた。ただし、矩形波のオン/オフを繰り返していくうちに、青色を発色する領域は次第に狭くなっていった。

【0038】実施例3

本実施例では、実施例2で説明した図7(c)に示した状態の素子に対して、図8に示す矩形波を印加した。電極23は接地されている。該矩形波を印加した状態で前記混合物27を透過させた白色光を観察したところ、鮮やかな青色を発色している領域が次第に広がる様子が観察された。この様子を図7(c)～図7(e)を用いて説明する。

【0039】図7(c)は、前記矩形波を印加した直後に基板上面から素子を観察した様子を示す。図7(c)で青色を発色している領域は四角形ABGH(図では青色を発色している領域を斜線で示した)である。四角形HGCDは青色を発色していない。但し、四角形ABGHの電極エッジに近い一部の領域ABJIでは、赤色や緑色を発色している領域が混在していた。なお、四角形

ABCDは電極領域を示している。

【0040】前記矩形波印加を更に続けると、青色を発色している領域が次第に広がり、電極領域ABCD全域に広がる様子が観察された。図7(e)にその様子を示した。図7(e)の状態が形成された時点で、前記矩形波印加を解除した。その結果、青色の発色が消失した。

【0041】図7(d)に示した状態における素子電極間の様子を光学顕微鏡で観察した。その結果、前記四角形ABLKで示した領域(青色を発色している領域)では、ポリマービーズが電極面に平行な平面内にほぼ規則的に配置した状態で、図中に示した+x軸方向に移動していく様子が観察された。ポリマービーズの移動速度は約 $9\mu\text{m}/\text{sec}$ であった。この大きさは、青色発色領域が広がる事に伴う、青色発色領域と非発色領域の境界線が移動する速さにほぼ等しかった。一方、前記領域四角形KLCDで示した領域(青色を発色していない領域)では、初めポリマービーズは確認できなかったが、次第に前記四角形ABLKに対応する領域から持続的にポリマービーズが輸送されてくる様子が観察された。

【0042】更に、本実施例では前記矩形波を印加した状態で素子に機械的振動を加えたが、前記青色が消失する事はなかった。但し、前記矩形波印加を解除すると、前記青色が消失した。その後、前記矩形波の印加と解除を交互に繰り返すと、電極領域全面で青色を発色している状態と発色していない状態を交合に形成する事ができた。ただし、矩形波のオン/オフを繰り返していくうちに、青色を発色する領域は次第に広がっていった。

【0043】以上、本発明に関する実施形態として電気信号により発色状態と非発色状態を可逆的に遷移する事が可能な発色素子を例にして述べてきた。しかし、これらの素子を二次元的に配列してカラー表示素子や広告用パネル、光シャッター等への応用も可能である。あるいは波長変換素子やフォトニッククリスタルなどの光学素子への応用も適用可能である。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電気信号により発色状態と非発色状態と間の状態間遷移が可能であり、且つ機械的振動にさらされても発色状態を維持可能な発色素子およびその発色方法を提供する事ができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に関する発色素子の非発色状態を示す模式図である。

【図2】本発明に関する発色素子の発色状態を示す模式図である。

【図3】実施例1に関する発色素子を示す模式図である。

【図4】実施例1で用いた素子駆動用の電気信号を示す図である。

【図5】実施例1における発色状態を示す模式図であ

る。

【図6】実施例2で用いた素子駆動用の電気信号を示す図である。

【図7】実施例2および実施例3における発色状態を示す模式図である。

【図8】実施例3で用いた素子駆動用の電気信号を示す図である。

【符号の説明】

11、12 透明基板

13、14 透明電極

15 絶縁性流体

16 微粒子

17 電圧印加手段

21、22 ガラス基板

23、24 ITO電極

25、26 絶縁膜

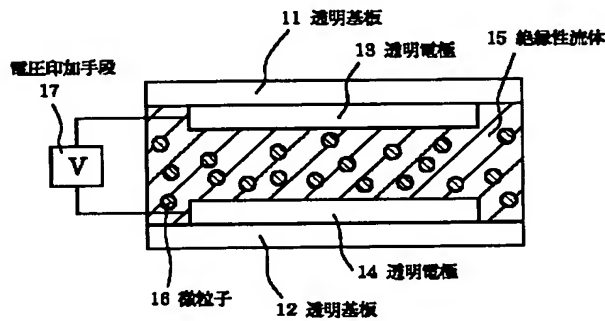
27 混合物

28 電圧印加手段

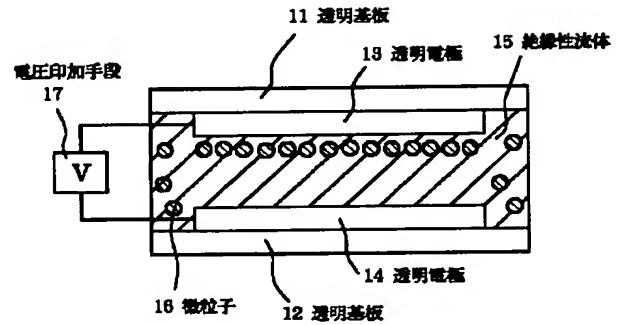
31 ガラス基板

32 電極領域

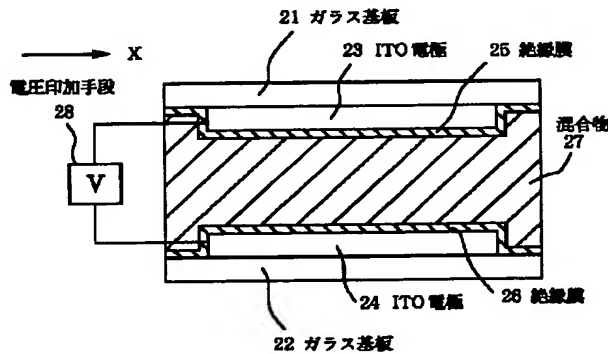
【図1】



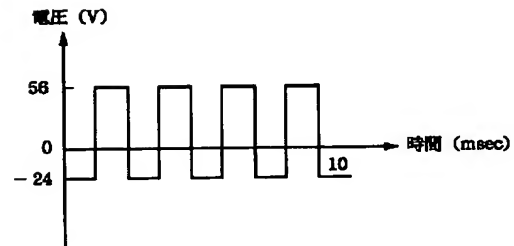
【図2】



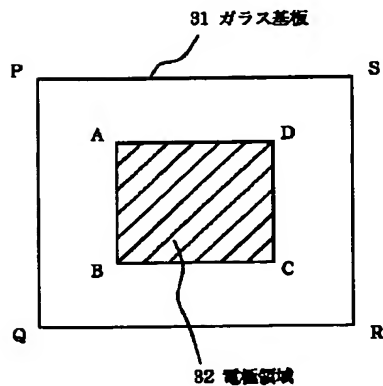
【図3】



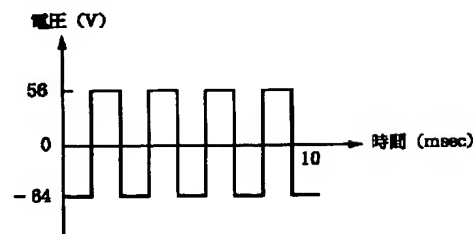
【図4】



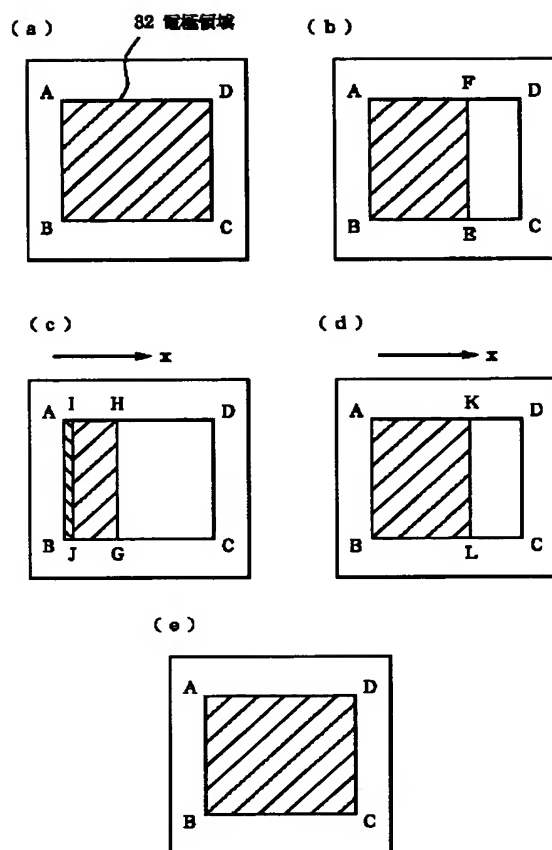
【図5】



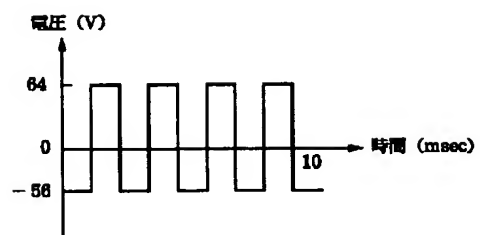
【図6】



【圖7】



【圖8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.